



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 44 34 657 A 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 29 C 39/10
B 29 C 70/06
// B29K 77:00, B29L
31:30

②1 Aktenzeichen: P 44 34 657.3
②2 Anmeldetag: 28. 9. 94
④3 Offenlegungstag: 4. 4. 96

DE 44 34 657 A 1

⑦1 Anmelder:
G. Schwartz GmbH & Co. KG, 46509 Xanten, DE; L.
Brüggemann KG, 74076 Heilbronn, DE

⑦4 Vertreter:
Watzke, W., Dipl.-Ing.; Ring, H., Dipl.-Ing.;
Christophersen, U., Dipl.-Ing.; Rausch, M.,
Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anwälte, 40547 Düsseldorf

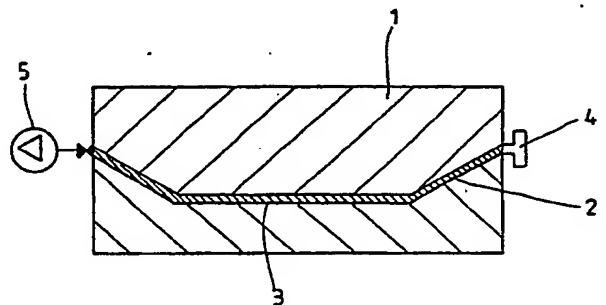
⑦2 Erfinder:
Titzschkau, Klaus, Dr.-Ing., 71543 Wüstenrot, DE;
Nußdorfer, Bernd, Dipl.-Ing., 47608 Geldern, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 39 13 400 A1
DE-OS 19 44 570
DE-OS 19 10 175
DE-OS 19 09 896

⑤4 Verfahren zur Herstellung von flächigen Formteilen mittels Polymerisation von Lactamen in Formen

⑤7 Um flächige Formteile herstellen zu können, die bei wirtschaftlicher Herstellung annähernd die technologischen Eigenschaften von aus Metall hergestellten flächigen Formteilen erreichen können, wird ein Verfahren zur Herstellung von flächigen Formteilen mittels Polymerisation von Lactamen in Formen vorgeschlagen, wonach in einem ersten Schritt in einer großflächigen Form 1 ein Faserverbundmaterial 3 angeordnet und in einem zweiten Schritt Lactame zur Polymerisation eingegossen werden, in welche das Faserverbundmaterial eingebettet wird.



DE 44 34 657 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 96 602 014/94

5/28

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von flächigen Formteilen mittels Polymerisation von Lactamen in Formen. Weiterhin betrifft die Erfindung neuartige, nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte flächige Formteile.

In den Bereichen Maschinen- und Apparatebau wird seit vielen Jahren versucht, Metallbleche durch andere Werkstoffe zu ersetzen, die technische und/oder finanzielle Vorteile bei der Herstellung und/oder Anwendung bieten. Als alternative Werkstoffe haben sich unter anderem auch Kunststoffe durchgesetzt, die in ihren Eigenschaften sehr vielseitig sind und auf die jeweiligen Anforderungen möglichst genau eingestellt werden. Bis heute ist jedoch kein Kunststoff bereitgestellt worden, der Metalle bezüglich ihrer Festigkeit, Stabilität, Härte, Steifigkeit, Zähigkeit, Temperaturbeständigkeit, in ihrem Brandverhalten usw. vollwertig ersetzen kann. Sofern einzelne Kunststoffe die technologischen Eigenschaften von Metall zumindest teilweise erreichen oder gar übertreffen, ist ihr Einsatz in aller Regel hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit nicht mit dem Einsatz von Metallen vergleichbar. Es ist daher immer noch erforderlich, für den jeweiligen Anwendungsfall den jeweils optimalen Ersatz-Kunststoff aus einer großen Palette von möglichen Varianten auszuwählen, um dem Anforderungsprofil am besten gerecht zu werden.

Gebiete für den Einsatz von flächigen Kunststoff-Formteilen sind der Fahrzeugbau und das Transportwesen. Hier werden großflächige Formteile eingesetzt, die ursprünglich aus Metallblechen gebildet wurden. In jüngerer Zeit werden diese Formteile vor allem durch duroplastische Kunststoffe ersetzt, wobei sich insbesondere ungesättigte Polyesterharze (UP-Harze), Polyurethane (PU-Harze) und Epoxidharze (EP-Harze) herausgebildet haben. Bei mechanisch gering belasteten Teilen werden auch zunehmend thermoplastische Kunststoffe eingesetzt, wobei überwiegend die Massenkunststoffe Polypropylen (PP), Polycarbonat (PC), Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) sowie unterschiedliche Mischformen Verwendung finden.

Die Vielfalt der verwendeten Kunststoffe, besonders im Fahrzeugbau, wird zunehmend als ein Nachteil gegenüber metallischen Werkstoffen angesehen, da in jüngerer Zeit die Notwendigkeit des Recyclings und der Wiederverwertbarkeit der ausgemusterten Altgeräte entstanden ist. Während die Metallverwertung seit Jahren im wesentlichen durch die Schrottbehandlung gelöst ist, steht das Kunststoffrecycling erst in den Anfängen. Es zeichnet sich bereits jetzt schon ab, daß eine Sortierung nach Kunststofftypen sehr aufwendig und teuer ist. Statt dessen erscheint es sinnvoller, von vornherein nur einige wenige Kunststofftypen einzusetzen. Diese Kunststofftypen sollen dann möglichst umfangreich bei der jeweiligen Anwendung eingesetzt werden, im Automobilbau beispielsweise bei Stoßstangen, bei Seitenteilen, bei Kotflügeln, bei Dächern, bei Unterbodengruppen, bei Motorhauben usw. Hierbei ist es wünschenswert, nur einen Kunststofftyp für eine große Anzahl von Anwendungen bereitzustellen.

Wichtige Parameter bei der Aufarbeitung von Kunststoffen sind der erforderliche Energieaufwand und der Umarbeitungsgrad der Restkunststoffe zu neuen Kunststoffteilen. Üblicherweise werden Kunststoffteile zerkleinert und von Fremdstoffen gereinigt. Der sich ergebende Rohstoff steht üblicherweise als Granulat zur Verfügung. Handelt es sich um einen thermoplastischen

Kunststoff, kann er auf Spritzgießmaschinen wieder vollständig zu neuwertigen Teilen verarbeitet werden. Demgegenüber schmelzen duroplastische Kunststoffe nicht unter vergleichbaren Bedingungen und können daher nur teilweise als Füllstoffe eingesetzt werden, wenn neue duroplastische Teile hergestellt werden. Damit erlangen die Thermoplaste aufgrund der vollständigen Wiederaufarbeitbarkeit gegenüber den Duroplasten eine immer größere Bedeutung, so daß auch die Suche nach geeigneten thermoplastischen Ersatz-Werkstoffen in den Vordergrund rückt.

Ein bekannter thermoplastischer Werkstoff mit einem besonders ausgewogenen Eigenschaftsspektrum ist das Polyamid, welches bereits zur Herstellung hochwertiger technischer Teile eingesetzt wird. Polyamide lassen sich hinsichtlich ihrer technologischen Eigenschaften beeinflussen, so daß sie als Ersatz für Metalle technisch und wirtschaftlich interessant sind. Bei großflächigen, im wesentlichen gegenüber der Flächenausdehnung dünnwandigen Formteilen ist dies bisher jedoch nicht möglich. Insbesondere bei tragenden Teilen dominieren hier neben duroplastischen Elementen noch Bleche, die starke mechanische Kräfte aushalten müssen ohne zu zerbrechen.

Formteile aus Polyamid werden unter anderem mittels Polymerisation von Lactamen in Formen hergestellt. Die technische Herstellung von Formteilen aus Lactamen, vorzugsweise durch die aktivierte alkalische Schneltpolymerisation oder Blockpolymerisation, wird seit etwa 30 Jahren angewendet. Unter flächigen Formteilen sind im Sinne der vorliegenden Erfindung die üblicherweise aus Folien, Blechen, oder sonstigen flächig gestaltbaren Werkstoffen hergestellte Formteile, die üblicherweise eine großflächige Ausdehnung und eine relativ hierzu geringe Dicke aufweisen.

Formteile aus Lactamen werden, wie ausgeführt, durch die Polymerisation von Lactamen in Gießformen hergestellt und sind gegenüber herkömmlichen Kunststoffelementen beispielsweise auch aus Polyamid im allgemeinen härter, steifer und abriebfester. Dies liegt in erster Linie an der höheren Kristallinität. Durch die Festlegung der verfahrensseitigen Randbedingungen wie Temperatur, Verweilzeit usw., sowie durch die Wahl der zu verwendeten Additive und der Nachbehandlung können die jeweiligen technologischen Eigenschaften der Formteile beeinflußt werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt davon ausgehend die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von flächigen Formteilen mittels Polymerisation von Lactamen in Formen dahingehend zu verbessern, daß Formteile hergestellt werden können, die als Ersatz für flächige Formteile aus Metallblech oder duroplastischen Werkstoffen eingesetzt werden können, gut und möglichst vollständig wiederverwertbar und mit einem vertretbaren wirtschaftlichen Aufwand herstellbar sind.

Zur technischen Lösung dieser Aufgabe wird ein Verfahren zur Herstellung von Formteilen mittels Polymerisation von Lactamen in Formen vorgeschlagen, bei welchem in einem ersten Schritt in einer großflächigen Form ein Faserverbundmaterial angeordnet und in einem zweiten Schritt Lactamen zur Polymerisation eingegossen werden, in welche das Faserverbundmaterial eingebettet wird.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ermöglicht, durch die gezielte Einbringung von Faserverbundmaterial insbesondere die Zugfestigkeit und Steifigkeit von flächigen Formteilen aus Lactamen ausreichend zu verbessern und unter Beibehaltung der übr-

gen beschriebenen Eigenschaften der Polyamide die Formteile als Ersatz für Blechteile oder flächige Formteile aus duroplastischen Kunststoffen verwendbar zu machen. Das Faserverbundmaterial wird gemäß einem Vorschlag der Erfindung ortsfest in die Form eingelegt, so daß sich der geometrische Ort des Faserverbundmaterials im Werkstück sicherstellen läßt. In vorteilhafter Weise wird die Form mit dem eingelegten Gewebe auf eine Temperatur von 145°C bis 180°C gebracht. Gemäß einem Vorschlag der Erfindung werden die Lactame nach dem Einlegen des Faserverbundmaterials in die Form eingegossen. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Lactame mit den erforderlichen Additiven vor dem Eingießen in die Form aufgeschmolzen werden, wobei in vorteilhafter Weise eine Temperatur von 116°C bis 125°C eingestellt wird.

Unter Faserverbundmaterial sollen im Sinne der Erfindung Matten, vorzugsweise aus Glasfasern bzw. Kunstfasern, aber auch Rovings, Gewebe, Fliese und Filze verstanden werden. Wesentlich ist die Berücksichtigung der Verträglichkeit des Werkstoffes (Matrix) mit dem Gewebe, woraus sich die gewünschten technologischen Eigenschaften ergeben.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist Glas in einer möglichst großen Menge einzusetzen. Damit geht eine Erhöhung insbesondere der Festigkeitswerte einher. Hierbei ist besonders darauf zu achten, daß das polymerisierte Polyamid möglichst fest an der Oberfläche des Glases haftet, daß möglichst wenig Lufteinschlüsse im fertigen Teil verbleiben und vor allem, daß die Polymerisation vollständig bis zu einem Rest-Lactam-Gehalt von maximal 2% abläuft.

Insbesondere werden gemäß einem Vorschlag der Erfindung vorwiegend Glasfasergewebe eingesetzt. Diese haben den Vorteil eines geringen Volumens, wodurch weniger Luft in die Formen eingebracht wird. Darüber hinaus lassen sich durch Schichtungen höhe Glasanteile erreichen. Die Gewebe können sich auch hinsichtlich der erforderlichen Belastungsrichtungen in unterschiedliche Faserrichtungen ablegen, um somit einen Verbund zu erhalten, der den unterschiedlichsten statischen und dynamischen Ansprüchen genügen kann. Die Verwendung von Glasfasergeweben ermöglicht darüber hinaus die Herstellung dünnwandiger Elemente.

Gemäß einem Vorschlag der Erfindung werden die Glasfasergewebe in die bereits heiße Form eingelegt und die Form wird nachgeheizt. Durch diese Maßnahme kann eine im Gewebe vorhandene Feuchte entfernt werden. Hierzu kann bei geschlossener Form zusätzlich Stickstoff durch das Gewebe hindurchgeleitet werden. Auch besteht die Möglichkeit, die geschlossene Form zu evakuieren. In erster Linie wird mit diesen Maßnahmen Feuchtigkeit vermieden, welche die Polymerisation der Lactame behindern oder gar unterdrücken kann, so daß ein Rest-Lactam-Gehalt von über 2% entstehen würde.

Gemäß einem weiteren Vorschlag der Erfindung wird Glasfasermaterial verwendet, welches keine ionischen Substanzen an der Oberfläche aufweist. Weiterhin wird vorgeschlagen, die Evakuierung der Form so durchzuführen, daß Lufteinschlüsse in dem Fertigteil verhindert werden. Hier besteht einerseits die Möglichkeit, ein Vakuum nach dem Eingießen der Lactame und dem Schließen der Form zu erzeugen. Auch besteht die Möglichkeit, die Lactame in die evakuierte Form mittels Düsen einzuspritzen.

Gemäß einem weiteren Vorschlag der Erfindung wird die Form während des Polymerisationsvorganges unter Druck gesetzt. Hierzu kann die Form in eine Presse

eingesetzt werden. Durch diese Maßnahmen können besonders spannungsarme Formteile hergestellt werden. Gemäß einem weiteren Vorschlag der Erfindung können den Lactamen Additive beigefügt werden, um die gewünschten technologischen Eigenschaften zu beeinflussen. Üblicherweise werden bestimmte reaktive Prepolymere verwendet, durch welche sich im hochkristallinen Guß-Polyamid gezielt der amorphe Anteil erhöhen läßt, wodurch die Sprödigkeit ab- und die Zähigkeit zunimmt. Gemäß einem weiteren Vorschlag der Erfindung werden die Additive unter dem Gesichtspunkt der Regeneration des Werkstoffes als thermoplastischer Kunststoff ausgewählt. Selbstverständlich sollen keine Additive eingesetzt werden, die eine anionische Polymerisation behindern können.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich flächige Formteile herstellen, die bei wirtschaftlicher Herstellung annähernd die technologischen Eigenschaften von aus Metall hergestellten flächigen Formteilen erreichen können. Weiterhin erreichen die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Formteile auch die technologischen Eigenschaften von Formteilen aus duroplastischen Kunststoffen, sind demgegenüber jedoch einfach und vor allem vollständig wiederverwertbar.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung erheben sich aus der folgenden Beschreibung anhand der Figur. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

In der in Fig. 1 schematisch dargestellten Form 1 ist der Hohlraum 2 zur Herstellung eines großflächigen Formbauteils ausgebildet. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist in den Hohlraum 2 ein Faserverbundmaterial 3, beispielsweise eine Glasgewebe eingelegt. An den Hohlraum 2 ist ein Mischkopf 4 angeschlossen, so daß im gezeigten Ausführungsbeispiel im sogenannten Injektionsverfahren die Lactamschmelze zugeführt werden kann. Ebenfalls ist an den Hohlraum 2 eine Vakuumpumpe 5 angeschlossen, welche im Hohlraum 2 einen Unterdruck erzeugt, so daß die Schmelze über den Mischkopf 4 in den Hohlraum 2 eingesaugt wird. Das in den Hohlraum 2 eingelegte Faserverbundmaterial wird somit in die Schmelze vor der Polymerisation eingebettet.

Bezugszeichenliste

- 1 Form
- 2 Hohlraum
- 3 Faserverbundmaterial
- 4 Mischkopf
- 5 Vakuumpumpe

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von flächigen Formteilen mittels Polymerisation von Lactamen in Formen, dadurch gekennzeichnet, daß in einem ersten Schritt in einer großflächigen Form ein Faserverbundmaterial angeordnet und in einem zweiten Schritt Lactame zur Polymerisation eingegossen werden, in welche das Faserverbundmaterial eingebettet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Faserverbundmaterial ortsfest in die Formen eingelegt wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß die Form mit dem eingelegten Faserverbundmaterial auf eine Temperatur von vorzugsweise 145°C bis 180°C erwärmt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Faserverbundmaterial durch Kunststoffasern gebildet ist. 5

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Faserverbundmaterial durch Glasfasern gebildet ist. 10

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Faserverbundmaterial Matten verwendet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß Glasfasern ohne ionische Substanzen an der Oberfläche verwendet werden. 15

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Glasanteil von 10 bis 70% eingestellt wird. 20

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lactame nach dem Einlegen der Faser in die Form eingegossen werden. 25

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lactame zusammen mit Additiven vor dem Eingießen in die Form aufgeschmolzen werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze auf eine Temperatur von vorzugsweise 116°C bis 125°C gebracht wird. 30

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Form nach dem Eingießen der Schmelze geschlossen und evakuiert wird. 35

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Form nach dem Schließen unter Druck gesetzt wird. 40

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Form nach dem Einlegen der Fasern nachgeheizt wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch die geschlossene Form Stickstoff hindurchgeleitet wird. 45

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lactamschmelze in die geschlossene Form eingespritzt wird. 50

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

